

# Fuel cell arrangement with gravity-driven circulation system

Patent Number:  US6001498

Publication date: 1999-12-14

Inventor(s): BUSENBENDER ILONA (DE); DOHLE HENDRIK (DE); KELS THORSTEN (DE);  
PEINECKE VOLKER (DE)

Applicant(s): KERNFORSCHUNGSSANLAGE JUELICH (DE)

Requested  
Patent:  DE19642754

Application  
Number: US19970949934 19971014

Priority Number  
(s): DE19961042754 19961016

IPC Classification: H01M8/04

EC Classification: H01M8/04C, H01M8/06B2B

Equivalents:

---

## Abstract

---

In a fuel cell arrangement with at least one fuel cell operated by a fuel and an oxidizing agent, means are provided for effecting gravity driven circulation of the fuel and the oxidizing agent through the fuel cell so that no pumping means, which consume power and need servicing, are required.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



(71) Anmelder:

Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE

(21) Aktenzeichen: 196 42 754.1  
 (22) Anmeldetag: 16. 10. 96  
 (43) Offenlegungstag: 23. 4. 98

(72) Erfinder:

Busenbender, Ilona, 52064 Aachen, DE; Dohle, Hendrik, 52249 Eschweiler, DE; Kels, Thorsten, 52428 Jülich, DE; Peinecke, Volker, Dr., 52070 Aachen, DE

(56) Entgegenhaltungen:

JP 59-8278 (A): PAJ E-240 v. 21.04.84,  
Vol. 8/Nr. 88;

---

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Brennstoffzelle mit schwerkraftgetriebenem Stofftransport

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle (1) mit Mitteln zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes von Brennstoff und/oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle. Pumpen können so eingespart werden.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle. Eine Brennstoffzelle weist eine Kathode, einen Elektrolyten sowie eine Anode auf. Der Kathode wird ein Oxidationsmittel, z. B. Luft und der Anode wird ein Brennstoff, z. B. Wasserstoff zugeführt.

Es gibt verschiedene Brennstoffzellen, z. B. die SOFC- oder die PEM-Brennstoffzelle.

Die SOFC-Brennstoffzelle wird auch Hochtemperatur-Brennstoffzelle genannt, da ihre Betriebstemperatur bei ca. 900°C liegt. An der Kathode einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Oxidationsmittels Sauerstoffionen. Die Sauerstoffionen passieren den Elektrolyten und re kombinieren auf der Anodenseite mit dem vom Brennstoff stammenden Wasserstoff zu Wasser. Mit der Rekombination werden Elektronen freigesetzt und so elektrische Energie erzeugt.

Die Betriebstemperatur einer PEM-Brennstoffzelle liegt bei ca. 80°C. An der Anode einer PEM-Brennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Brennstoffs mittels eines Katalysators Wasserstoffionen. Die Wasserstoffionen passieren den Elektrolyten und verbinden sich auf der Kathodenseite mit dem vom Oxidationsmittel stammenden Sauerstoff zu Wasser. Elektronen werden dabei freigesetzt und elektrische Energie erzeugt.

Wasserstoff kann durch Reformierung aus Methanol oder Methan gewonnen werden.

Mehrere Brennstoffzellen werden in der Regel zur Erzielung großer Leistungen seriell miteinander zu einem sogenannten Brennstoffzellenstapel verbunden. Das verbindende Element zweier Brennstoffzellen ist unter der Bezeichnung Interktor bekannt.

Um das Oxidationsmittel und den Brennstoff in eine Brennstoffzelle oder ggf. in einen Brennstoffzellenstapel einzuführen, sind Pumpen, Kompressoren oder gleichwirkende Mittel erforderlich. Je nach Typ der Brennstoffzelle wird unverbrauchtes Oxidationsmittel sowie unverbrauchter Brennstoff anschließend wieder aus der Brennstoffzelle herausgeleitet.

Nachteilhaft vermindernd Pumpen oder gleichwirkende Mittel den Wirkungsgrad einer Brennstoffzelle, da diese regelmäßig (elektrisch) nutzbare Energie verbrauchen. Pumpen erhöhen des weiteren nachteilhaft die Zahl beweglicher Bauteile, aus denen eine Brennstoffzelle oder ein Brennstoffzellenstapel bestehen. Eine große Zahl von beweglichen Bauteilen ist nachteilhaft, da mit zunehmender Anzahl die Störanfälligkeit sowie die Herstellungskosten steigen.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Brennstoffzelle, die im Vergleich zum vorgenannten Stand der Technik einen besseren Wirkungsgrad aufweist und die weniger störanfällig ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Brennstoffzelle mit Mitteln zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes von Brennstoff oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle. Pumpen der eingangs genannten Art sind dann entbehrlich. Der Wirkungsgrad kann so gesteigert werden. Auch ist es aufgrund des drucklosen Betriebes und der geringeren Anzahl beweglicher Bauteile möglich, eine preiswerte, weniger störanfällige und somit wartungsärmere Brennstoffzelle bereitzustellen.

Soll ein Überdruck zwecks Leistungserhöhung erzeugt werden, so wird die gesamte anspruchsgemäße Vorrichtung unter Druck gesetzt.

Mittel zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes liegen im Sinne des Anspruchs vor, wenn der Stofftransport zumindest überwiegend, vorzugsweise vollständig auf Schwerkraft zurückzuführen ist.

Mittel zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes sind bei Brennstoffzellenstapeln mit Umwälzkreislauf von Brennstoff oder Oxidationsmittel vorzugsweise wie folgt ausgestaltet.

Der Umwälzkreislauf von Brennstoff und/oder Oxidationsmittel weist einen oberen und einen unteren Umkehrpunkt auf. Ein oberer Umkehrpunkt liegt vor, wenn vor Passieren einer Position im Kreislauf der Brennstoff oder das Oxidationsmittel entgegengesetzt zur Schwerkraft und nach

Passieren dieser Position der Brennstoff oder das Oxidationsmittel mit der Schwerkraft strömt. Umgekehrt verhält es sich beim unteren Umkehrpunkt.

Brennstoffzelle und Mittel zur Abführung von Wärme sind im Umwälzkreislauf derart angeordnet, daß eine schwerkraftgetriebene Umwälzung des Brennstoffes oder des Oxidationsmittels im Kreislauf bewirkt wird. Mittel zur Abführung von Wärme liegen vor, wenn unter Betriebsbedingungen diese Mittel vorgesehen sind, um eine Entnahme von Wärme aus dem Umwälzkreislauf zu bewirken.

Bewirkt wird die schwerkraftgetriebene Umwälzung insbesondere durch Anordnung der Brennstoffzelle zwischen unterem und oberem Umkehrpunkt. Hierunter ist eine derartige Anordnung zu verstehen, daß der Brennstoff oder das Oxidationsmittel nach Passieren des unteren Umkehrpunktes und vor dem nachfolgenden Passieren des oberen Umkehrpunktes durch die Brennstoffzelle strömt. Der Brennstoff oder das Oxidationsmittel werden in der Brennstoffzelle erwärmt. Schwerkraftgetrieben durchströmen Brennstoff oder Oxidationsmittel daraufhin die Brennstoffzelle.

Bewirkt wird dies ferner durch Anordnung der Mittel zum Abführen von Wärme zwischen oberem und unterem Umkehrpunkt. Hierunter ist eine derartige Anordnung zu verstehen, daß der Brennstoff oder das Oxidationsmittel nach Passieren des oberen Umkehrpunktes und vor dem Passieren des folgenden unteren Umkehrpunktes die Mittel zum Abführen von Wärme passieren.

Mittel zum Abführen von Wärme können Kühlrippen oder Kühlschlängen sein. Der Umwälzkreislauf selber kann nach Passieren des oberen Umkehrpunktes bis zum unteren Umkehrpunkt z. B. spiral- oder zickzackförmig geführt sein. Die Spiral- oder Zickzackform sorgt für große Oberflächen. Über die großen Oberflächen wird die Wärme erheblich umfangreicher an die (kühlere) Umgebung abgeführt im Vergleich zu einer geradlinigen Führung des Umwälzkreislaufs zwischen den beiden Umkehrpunkten.

Vorzugsweise erstrecken sich die Brennstoffzelle und/oder die Mittel zum Abführen von Wärme über je eine Länge von mehr als 80% der Strecke ("Luftlinie") zwischen unterem und oberem Umkehrpunkt. Schwerkräfte wirken dann im besonders hohen Maße auf den Transport von Brennstoff oder Oxidationsmittel ein.

Im Bereich des oberen Umkehrpunktes wird der erwärmte Brennstoff oder das erwärmte Oxidationsmittel abgekühlt. Infolgedessen sinken nach Passieren des oberen Umkehrpunktes der Brennstoff oder das Oxidationsmittel. Auf diese Weise wird schwerkraftgetrieben der Transport des Brennstoffes bzw. des Oxidationsmittels durch die Zelle bewirkt.

Der vorgenannte schwerkraftgetriebene Transport durch Brennstoffzellen mit Umwälzkreislauf ist insbesondere für den Transport von Flüssigkeiten, also z. B. bei flüssigem Methanol als Brennstoff, vorgesehen.

Bei gasförmigem Brennstoff oder gasförmigem Oxidationsmittel ist folgende Ausgestaltung der Mittel zur Herbeiführung des schwerkraftgetriebenen Transportes in die Brennstoffzelle zu bevorzugen. Die Gasführung erfolgt entgegengesetzt zur Schwerkraft durch die Brennstoffzelle hindurch. Am unteren Teil der Brennstoffzelle wird das Gas

aufgeheizt. In der Art eines Kamineffektes steigt es nach oben durch die Brennstoffzelle hindurch, so daß der Transport durch die Brennstoffzelle ohne Vorsehen einer Pumpe, eines Kompressors oder gleichwirkende Mittel erfolgt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Brennstoffzellenstapel in länglicher Form ausgeführt. Unter länglicher Form ist eine Form zu verstehen, deren Ausdehnung in einer räumlichen Dimension die Ausdehnung des Brennstoffzellenstapels in den einer anderen räumlichen Dimensionen um ein Mehrfaches und zwar insbesondere um ein fünf-, vorzugsweise um ein zehnfaches übersteigt. Die Führung von Brennstoff oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle erfolgt dann parallel zur länglichen Ausdehnung der Form. Die längliche Ausdehnung ist dann parallel zur Richtung der Schwerkraft ausgerichtet.

Insbesondere wird eine Brennstoffzelle der anspruchsge-  
mäßigen Art mit Flüssigkeit betrieben. Flüssigkeit weist den  
Vorteil auf, daß bei der Reformierung des flüssigen Brenn-  
stoffes Gas entsteht. Der Reformierungsreaktor ist dann der-  
art anzutreiben, daß das emporsteigende Gas den anspruchs-  
gemäßigen schwerkraftgetriebenen Transport des Brennstoffes  
unterstützt.

Fig. 1 zeigt eine längliche Form aufweisenden  
Brennstoffzellenstapel 1, bei dem das Verhältnis von Breite  
zu Höhe ca. 1 : 5 beträgt.

Ein Kreislauf 2 dient der Umwälzung von Brennstoff. Der  
Kreislauf 2 weist einen unteren Umkehrpunkt 3 und einen  
oberen Umkehrpunkt 4 auf. Vor Passieren des unteren Um-  
kehrpunktes strömt Brennstoff mit der Schwerkraft g, d. h.  
in Richtung der Schwerkraft. Nach Passieren des unteren  
Umkehrpunktes strömt Brennstoff entgegengesetzt zur  
Schwerkraft g. Umgekehrt verhält es sich beim oberen Um-  
kehrpunkt 4.

Nach Passieren des unteren Umkehrpunktes strömt der  
Brennstoff in den Brennstoffzellenstapel und wird hier er-  
wärmt. Infolge der Erwärmung verringert sich die Dichte.  
Aufgrund der verringerten Dichte steigt der Brennstoff  
schwerkraftgetrieben empor. Unverbrauchter Brennstoff  
verläßt den Brennstoffzellenstapel und passiert den oberen  
Umkehrpunkt 4. Nach Passieren des oberen Umkehrpunktes  
4 tritt der Brennstoff in den mit Kühlrippen versehenen Teil  
des Umwälzkreislaufes 2 ein. Die Kühlrippen bestehen aus  
wärmeleitfähigem Material wie Metall und vergrößern um  
ein Mehrfaches die Oberfläche des angrenzenden Rohrteils,  
das der Führung des Brennstoffs in Richtung der Schwer-  
kraft g dient. Mittels der Kühlrippen 5 wird Wärme dem  
Kreislauf und somit dem Brennstoff entnommen und an die  
Umgebungsfluid abgegeben. Aufgrund der Abkühlung und  
der hieraus resultierenden Dichteerhöhung sinkt der Brenn-  
stoff in Richtung des unteren Umkehrpunktes.

Kühlrippen und Brennstoffzelle erstrecken sich über 80%  
der Länge des Umwälzkreislaufes, um eine besonders starke  
Schwerkraftwirkung zu erzielen.

In der Brennstoffzelle 1 wird flüssiger Brennstoff intern  
reformiert. Es entstehen Gase, die in Richtung oberen Um-  
kehrpunkt steigen und so den Brennstoffzellenstapel 1  
schwerkraftgetrieben durchströmen. Es können durch Re-  
formierung entstandene Gase wie Wasserstoff, CO, CO<sub>2</sub> die  
Brennstoffzelle verlassen und sich im oberen Umkehrpunkt  
ansammeln. Es sind daher bei Brennstoffzellen mit Um-  
wälzkreislauf im oberen Umkehrpunkt vorzugsweise Mittel  
zur Entlüftung vorzusehen. Diese setzen sich z. B. aus ei-  
nem Sammelgefäß 8 zum Ausgleich von Druckstößen, ei-  
nem nachfolgenden Überdruckventil 9 mit einem Produkt-  
gasauslaß 10 zusammen.

Alternativ kann ein Reformierungsreaktor vorgesehen  
sein, der dann zwischen dem unteren Umkehrpunkt 3 und  
dem Brennstoffzellenstapel 1 im Kreislauf angeordnet ist.

Auf die Darstellung eines Einlasses von Brennstoff in den  
Umwälzkreislauf wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit  
verzichtet.

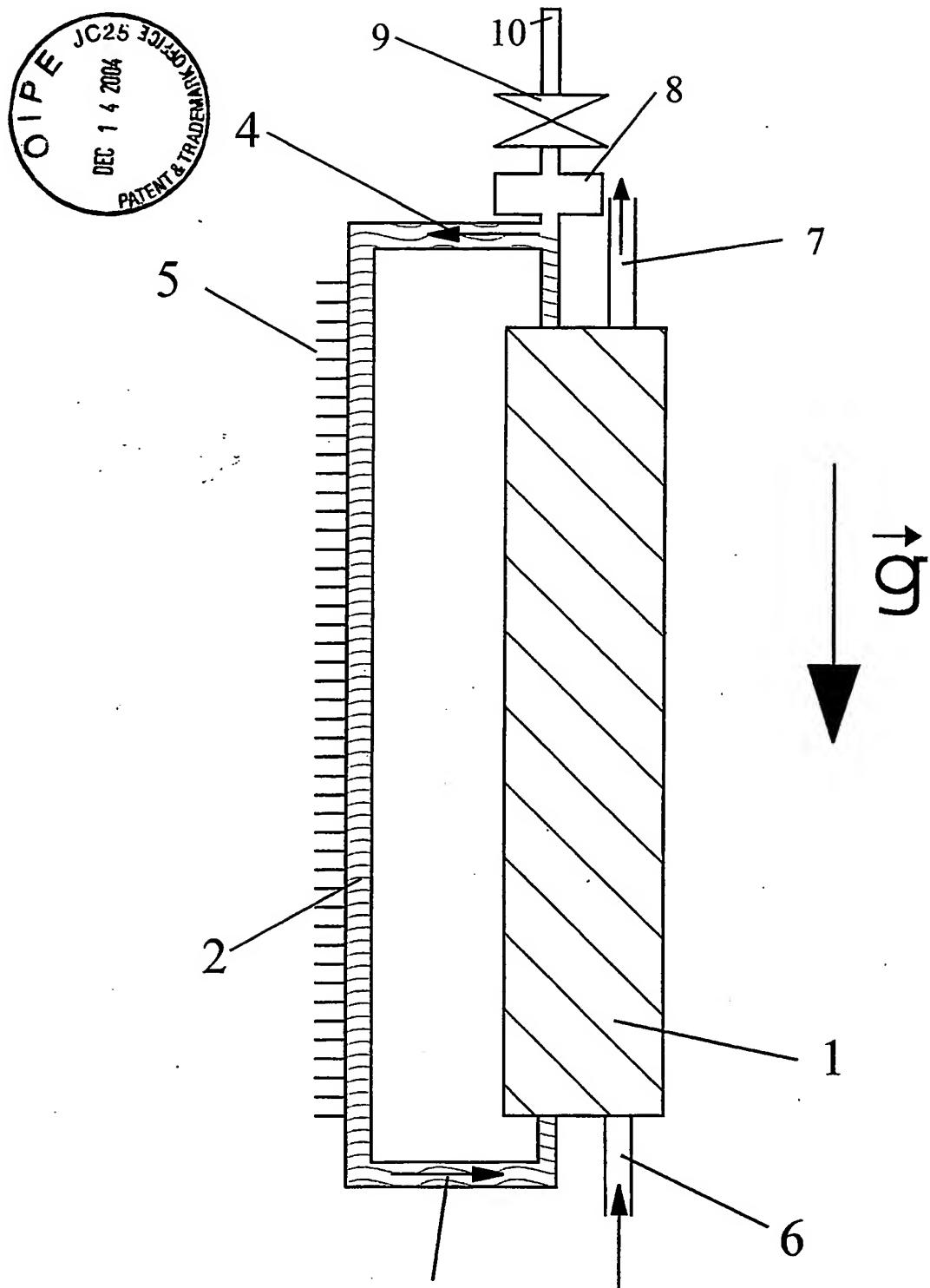
In den unten angeordneten Einlaß 6 eintretende, als Oxida-  
tionsmittel fungierende Luft wird in der Brennstoffzelle  
erwärmt und durchströmt infolgedessen die Brennstoffzelle. Unverbrauchte Luft entweicht durch den oben angeordneten  
Auslaß 7.

Grundsätzlich ist der schwerkraftgetriebene Transport  
von Brennstoff oder Oxidationsmittel auch bei Brennstoff-  
zellen vom sogenannten "dead-end"-Typ möglich. Vorzugs-  
weise werden anspruchsgemäßige Brennstoffzellen an schwer  
zugänglichen Orten eingesetzt, wo es auf besondere War-  
tungsarmut ankommt. Insbesondere zum Betrieb von  
schwimmenden Leuchtbojen sind derartige Brennstoffzel-  
len geeignet.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzelle (1) mit Mitteln zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes von Brennstoff und/oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle.
2. Brennstoffzelle (1) nach vorhergehendem Anspruch mit einem Umwälzkreislauf (2) für Brennstoff und/oder Oxidationsmittel, mit einem unteren (3) und einem oberen Umkehrpunkt (4) innerhalb des Umwälzkreislaufes (2) und mit einer Anordnung der Brennstoffzelle (1) zwischen unterem (3) und oberem Umkehrpunkt (4).
3. Brennstoffzelle (1) nach vorhergehendem Anspruch bei dem sich Brennstoffzelle (1) und/oder Mittel zur Abführung von Wärme (5) über eine Länge erstrecken, die mindestens 80% der Strecke zwischen oberem und unterem Umkehrpunkt beträgt.
4. Brennstoffzelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer länglichen Form der Brennstoffzelle.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



Figur  
3